

Tandheelkundige Materiaalkennis

door J. N. Tekenbroek

(*Vervolg*)

TWEEDE GEDEELTE

HOOFDSTUK X. TANDHEELKUNDIGE CEMENTEN I

Inleiding

Cementen zijn te definiëren als poedervormige stoffen, die meteen vloeistof aangemengd, een plastische massa vormen, welke na enige tijd verhardt.

De tandheelkundige cementen worden voor uiteenlopende doeleinden gebruikt; voor het maken van tijdelijke vullingen, voor het leggen van onderlagen, voor het vullen van wortelkanalen, voor het overkappen van blootgelegde pulpae, voor het maken van blijvende vullingen ($\pm 10\%$ van alle tandvullingen zijn cementvullingen), voor het vastzetten van kronen, bruggen, inlay's, enz., voor het vervaardigen van modellen, voor het nemen van afdrukken (afdrukpasta's).

Naar hun samenstellingen kunnen de volgende cementsoorten worden onderscheiden:

Zinkoxyde cementen,
Zinkoxyde-eugenol cementen,
Zinkphosphaat cementen,
Silicaatcementen,
Silico-zinkphosphaat cementen.

§ 1. *Zinkoxyde cementen*

In principe bestaan deze cementen uit een poeder, dat hoofdzakelijk zinkoxyde bevat, waarnaast stoffen als zinksulfaat, magnesiumoxyde en mastix voorkomen, terwijl de aanmaakvloeistof een waterige oplossing is van organische stoffen als dextrine en arabische gom. Bij sommige soorten bevinden zich in de aanmaakvloeistof ook anorganische zouten, b.v. bij het zinkoxy-chloride-cement bevat de vloeistof opgelost zinkchloride. Aan de vloeistoffen zijn ter conservering enige druppels phenol of een ander conserveermiddel toegevoegd.

Er komen bij deze cementgroep soorten voor, die alleen uit een poeder bestaan, dat met gewoon water aangemaakt kan worden. Als bindmiddel bevatten deze soorten dan als regel gips. Ook in pastavorm en wel in goed afgesloten tuben worden zinkoxyde-cementen wel eens in de handel gebracht. Het poeder is daartoe met een watervrij, hygroscopisch vehiculum (vaak absolute alcohol) tot een pasta aangemaakt. Aan de lucht en sneller bij toetreding van wat water (speeksel in de mond) verhardt deze pasta. Hier zou men dus tot op zekere hoogte van een cement met hydraulische eigenschappen — dat is een cement, dat onder water verhardt — kunnen spreken.

De verharding van zinkoxydecementen berust op de vorming van complexe zinkzouten, die de eigenschap hebben zeer veel water als kristalwater te binden; de naaldvormige kristallen van deze zinkverbindingen hebben de neiging te vervilten, waarbij in de interkristallijne ruimten de in de aanmaakvloeistoffen opgeloste stoffen als dextrine, arabische gom e.a. terug te vinden zijn. Deze stoffen doen daar dan dienst als bindmiddel tussen de kristallen en verminderen bovendien de poreusiteit van het kristallijne netwerk. De in de vloeistof aanwezige organische stoffen van colloïdale natuur oefenen invloed uit op de kristalhabitus van de zich vormende zinkverbindingen.

De verharde cementen van deze groep zijn brokkelig, zacht, poreus en worden door de mondvloeistof aangetast. Hierbij kunnen reactieproducten ontstaan, die het tandvlees irriteren, terwijl het korrelige oppervlak van deze cementen ook nadelig voor het tandvlees kan zijn. Hun poreusiteit maant verder tot voorzichtigheid bij hun gebruik voor afsluiting van etsende en necrotiserende medicamenten in caviteiten. Hun voordeel is, dat zij snel en zonder druk in de caviteit kunnen worden aangebracht en zonder veel moeite daaruit te verwijderen zijn.

§ 2. Zinkoxyde-eugenol cementen

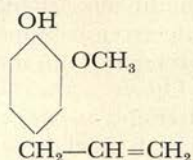
Deze cementen zijn reeds lang in gebruik als pulpa overkappingsmiddelen en voor het leggen van onderlagen, b.v. bij de silicaatcementvullingen.

Clinisch zowel als histologisch heeft men kunnen vaststellen, dat deze cementsoort de pulpa weinig irriteert. Zinkoxyde-eugenol cement wordt verder gebruikt voor het leggen van tijdelijke vullingen (vooral voor het afsluiten van medicamenten) en voor het vullen van wortelkanalen. Deze cementsoort is weinig poreus en vertoont na verharding een glad oppervlak. Aan deze laatste eigenschap is hun verdraagzaamheid tegenover het tandvlees toe te schrijven en daaraan danken zij b.v. hun postoperatieve toepassing na chirurgische tandvleesbehandelingen. Tenslotte zij vermeld, dat deze materiaalsoort tegenwoordig veel als afdrukpasta wordt gebruikt.

De tot deze groep behorende cementen komen in zeer wisselende samenstelling voor. De basisingrediënten zijn echter steeds zinkoxyde, eugenol en colophonium.

Zinkoxyde is een zeer fijn amorf poeder met lichte antiseptische en adstringerende werking.

Eugenol, het hoofdbestanddeel van kruidnagelolie, is in zuivere toestand een kleurloze, echter spoedig tot lichtgeel verkleurende vloeistof met een scherpe aromatische smaak en reuk. Chemisch is het een phenolaether met een onverzadigde zijketen van de volgende formule:



Colophonium is een natuurhars, verkregen uit het balsem van de terpentijnolie leverende pinussoorten; het blijft daaruit als residu achter na het afdestilleren van de terpentijn. Het is een natuurlijke macromoleculaire stof met een ingewikkelde en niet volkomen doorgronde chemische structuur. Colophonium is een brosse, lichtbruin gekleurde stof, die gemakkelijk tot een naar terpentijn ruikend poeder te vergruizen is.

Het volgende recept dient om een indruk te geven van de samenstelling van zinkoxyde-eugenol cementen.

Poeder: Zinkoxyde 70%, Colophonium 29,75%, Zinkacetaat 0,25%,
Vloeistof: Eugenol 85%, Olijfolie 15%.

De verharding bij deze cementsoort berust op ingewikkelde polymerisatie- en polycondensatie-reacties, waaromtrent weinig bekend is. De onverzadigde zijketen van het eugenol opent de mogelijkheid voor polymerisatiereacties, terwijl de reactieve OH groep aan de benzeenring polycondensaties kan doen verwachten. Men heeft kunnen vaststellen, dat de fijnheid van het colophoniumpoeder een grote invloed heeft op de snelheid van de verharding, hetgeen er op wijst, dat deze natuurhars met zijn onverzadigde harszuren, harsalcoholen enz. eveneens aan de polymerisatie- en polycondensatie-reacties deelneemt. Waarschijnlijk is bovendien, dat het zeer fijne en reactieve ZnO-poeder daarbij katalytisch werkt en mogelijk door vorming van bindingsbruggen tussen de grote moleculen tevens aan het verhardingsproces deelneemt. Er ontstaat na verharding een niet thermoplastische massa, die weinig poreus is en een glad oppervlak heeft.

De vele polaire groepen, die aan de moleculen van de opbouwende ingrediënten voorkomen, kunnen de goede adhaesieve eigenschappen tegenover verschillende oppervlakken, die deze cementsoort demonstreert, mogelijk verklaren. Men heeft stoffen leren kennen, die op de snelheid van de verharding invloed hebben. Het zinkacetaat, dat in het hier boven opgegeven recept vermeld staat, is daarin als een dergelijke accelerator aanwezig; de olijfolie is ongetwijfeld als plasticermiddel toegevoegd om de verharde massa minder bros te maken. Het in overmaat aanwezige ZnO zal bovendien als vulmiddel dienst doen.

Men vindt in de literatuur uiteenlopende recepten van deze cementsoort, waarin in grote verscheidenheid combinaties van aetherische oliën, natuurharsen, vulmiddelen en plasticermiddelen vermeld staan. In alle recepten echter zijn eugenol, zinkoxyde en colophonium als basisgrondstoffen gehandhaafd. Daarnaast komen voor: canadabalsem, perubalsem, zinkstearaat, katoenzaadolie, bariumsulfaat, asbestpoeder, chloorbutanol, oliezuur en minerale oliën. Als bijmengsels met een desinfecterende werking treft men stoffen opgegeven als thymol, menthol, jodiumverbindingen, zilverzouten en bismuthzouten. De waarde van deze desinfecterende bijmengsels is echter problematisch.

Door temperatuurverhoging kan men de verhardingsreactie bij deze cementen versnellen. Op de verharding kan men tevens invloed uitoefenen door verandering van de verhouding poeder en vloeistof. Meer vloeistof vertraagt als regel de verhardingssnelheid.

Tot slot wordt hier als voorbeeld een recept vermeld van een bekende afdrukpasta, waarbij naar voren komt, dat deze materiaalsoort principieel niet afwijkt van het hierboven opgegeven recept van een ver- tegenwoordiger van deze cementgroep.

Poeder: Zinkoxyde 85%, Colophonium 15%.

Vloeistof: Eugenol 60%, canadabalsem 35%, perubalsem 5%.

§ 3. *Het Amerikaanse materiaalonderzoek*

Tot de belangrijkste onder de tandheelkundige materialen behoren ongetwijfeld het zinkphosphaat- en het silicaatcement, die thans besproken moeten worden. Het zijn beide materialen, die buiten de tandheelkunde geen toepassing vinden, zoals dat wel het geval is met kunststoffen, met vele metaallallages, met gips, met porcelein, enz. Deze laatste materialen vormen dan ook vaak het onderwerp van onderzoekingen elders, van welke onderzoekingen de tandheelkunde dan mede de voordelen trekt. De tandcementen echter zijn als onderwerp van onderzoek uitsluitend op de tandheelkunde aangewezen. Het is om die reden dan ook van grote waarde voor de tandheelkunde geweest, dat het Bureau of Standards in samenwerking met de Research Commissie van de American Dental Association een uitgebreid en waardevol onderzoek naar de tandheelkundige cementen heeft ingesteld. De basis van onze huidige kennis dezer cementen is voornamelijk aan deze onderzoekingen te danken.

Een juistere algemene bekendheid in ons land van het werk, dat het Bureau of Standards op het gebied der tandheelkundige materialen verricht, is alleszins wenselijk. Er doet zich geen betere gelegenheid voor om bij te dragen tot deze meer algemene bekendheid dan bij het bespreken van de beide cementsoorten, die thans de aandacht vragen.

De onderzoekingen, die aan deze materiaalsoort in Amerika zijn verricht, zijn o.a. overzichtelijk samengevat in de Circular C 433 van het United States Department of Commerce National Bureau of Standards, welke circulaire de titel draagt van „Physical Properties of Dental Materials”. Hetgeen daarin omtrent de cementonderzoekingen is neergeschreven, richt zich mede tot de tandartsen en studerende in de tandheelkunde.

Om een indruk te geven van het voor de tandheelkunde niet hoog genoeg te waarden werk van het Bureau of Standards en tevens het niveau te demonstreren, waarop men de tandheelkunde in Amerika op het gebied van de materiaalkennis stelt, dringt het zich op om het Bureau of Standards voor een bespreking van deze beide cementsoorten aan het woord te laten. Er laat zich moeilijk een betere van praktisch nut zijnde verhandeling over deze cementen schrijven dan te vinden is in de genoemde publicatie van het Bureau of Standards.

Het is voor de studerende vooral van belang zich eens te moeten verdiepen in dit soort van publicaties en zich vertrouwd te maken met het grondig kennismaken daarvan.

Omtrent de tot standkoming, de doelstelling en de werkmethode van het materiaalonderzoek in Amerika wordt een goede oriëntering

gegeven door de hier volgende voorwoorden, welke geschreven werden door respectievelijk de Voorzitter van het Bureau of Standards en door de Voorzitter der Research Commissie van de American Dental Association ter inleiding van de vermelde verhandeling „Physical Properties of Dental Materials”.

Voorwoord van J. Briggs
Directeur van Nationaal Bureau of Standards U.S.A.

„Deze publicatie betreffende de fysieke en chemische eigenschappen van tandheelkundige materialen vat drie en twintig jaar „research werk aan het National Bureau of Standards samen. Dit „researchwerk heeft zich ontwikkeld uit een verzoek van de Regering „voor bijstand bij het opstellen van een specificatie voor tandheelkundig amalgaam. Gedurende 1919—1922 heeft het Bureau dit „werk alleen gedaan; van 1922—1928 is in deze samengewerkt met „het Weinstein Researchlaboratorium, vanaf 1928 heeft de American „Dental Association door haar Research Commissie een researchstaf „aan het Bureau onderhouden om samen te werken voor de uitvoering „van het researchprogramma. Sinds 1919 zijn meer dan 100 rapporten „betreffende het researchwerk verschenen in verschillende tijdschriften en in publicaties van het Bureau. Deze publicatie is in werkelijkheid een samenvatting van al deze rapporten.

„Het hoofddoel van het researchprogramma is geweest en is dit „nog, (1) het formuleren van specificaties, (2) het nagaan van de invloed van tandtechnische handelingen op eigenschappen van materialen en (3) het tot de tandheelkundige professie brengen van de „resultaten voortvloeiende uit (1) en (2). Dit laatste wordt voor een „groot deel bereikt door de publicaties van de American Dental Association van lijsten met de namen van materialen, welke door hun „fabrikanten worden gegarandeerd als te voldoen aan de specificaties; „de juistheid van deze garantie moet eerst door onderzoek van dit „Bureau worden bevestigd. De kosten van dit onderzoek worden „niet door de fabrikant, doch door het Bureau en door de Am. Dent. „Ass. gedragen.

„Omdat wij actieve bijstand hebben gehad van de fabrikanten van „tandheelkundige materialen en de volle medewerking van tandartsen uit het gehele land, is dit werk zeer effectief geweest. De „waarde ervan voor de burgers van ons land kan nauwelijks overschat „worden.”

Voorwoord van M. D. Huff
Voorzitter van de Research Commissie van de American Dental Association

„Het was een gelukkige dag voor de American Dental Association „toen Dr. Barber, Dr. Brown en Dr. Volland van de Research „Commissie in 1927 naar het Bureau of Standards gingen om de details „regelingen te treffen aangaande het gezamenlijke researchwerk, dat „van zoveel waarde voor de tandheelkundige professie is geworden.

„Wij zijn in staat geweest om onze research mogelijkheden op nuttige wijze naar de kant der physische wetenschappen te richten.

„Onze medewerkers zijn aan het Bureau hartelijk welkom geweest. Tesamen hebben wij, zoals deze publicatie bewijst, het physisch onderzoek van de tandheelkundige materialen tot een in de geschiedenis der tandheekunde nog niet gekende hoogte gebracht.

„Het toezicht op het onderzoek, het mededragen van de verantwoordelijkheid voor de gevonden gegevens en de volledige publicatie van al de bevindingen door het Bureau geven ons een gezaghebbende positie als maar zelden mogelijk is bij dit soort van onderzoek.

„Op deze basis zijn wij in staat, geruggesteund door een onafgebroken reeks van serieonderzoekingen, uitgevoerd volgens verantwoorde voorschriften, om lijsten te publiceren van goedgekeurde materialen teneinde de professie nauwgezet van raad te dienen.

„Wij hopen in staat te zijn deze samenwerking met het Bureau of Standards te kunnen handhaven tot al onze doelstellingen in deze zijn bereikt.”

Aan deze beide uiteenzettingen wordt nog het volgende ter verdere oriëntering toegevoegd. Steunende op de verrichte onderzoekingen zijn voor verschillende materiaalsoorten door het Bureau of Standards zogenaamde specificaties uitgewerkt. Aan het einde van dit Hoofdstuk zal de specificatie betreffende het silicaatcement als een voorbeeld daarvan in extenso worden gegeven. Van de volgende materialen zijn dergelijke specificaties thans opgesteld.

| | | |
|------------------|----|--------------------------|
| Specificatie no. | 1 | Amalgaam |
| „ | 2 | Inbedmassa's |
| „ | 3 | Plastische afdrukmassa's |
| „ | 4 | Inlaywas |
| „ | 5 | Gietgoud |
| „ | 6 | Kwik |
| „ | 7 | Getrokken gouddraad |
| „ | 8 | Zinkphosphaatcement |
| „ | 9 | Silicaatcement |
| „ | 10 | Prothese rubber |
| „ | 11 | Elastische afdrukmassa's |
| „ | 12 | Prothese kunststof |

In deze specificaties zijn de standardeisen vermeld, waaraan de betreffende materiaalsoort moet voldoen en de gestandaardiseerde onderzoekingsmethoden daarvoor aangegeven. Een fabrikant kan de Research Commissie verzoeken zijn product door het Bureau of Standards te laten onderzoeken en als daarbij naar voren komt, dat het aan de eisen voldoet en mede aan enkele andere voorwaarden inzake verpakking, het maken van reclame, enz. dan wordt het product op de lijst van goedgekeurde materialen geplaatst en mag de fabrikant dit o.a. bij de aanprijzing van zijn artikel vermelden. De bedoeling en de gang van zaken bij deze certificering kan niet beter worden toegelicht

dan door hetgeen hieromtrent door het Bureau of Standards in het onderhavige geschrift wordt opgemerkt.

Gecertificeerde fabrikaten

Gedurende de tijd, dat het Bureau of Standards zijn medewerking geeft aan het tandheelkundig materiaalonderzoek is noch bij het Bureau noch bij de American Dental Association ooit in ernst het plan opgevat om zelf tandheelkundige materialen te gaan maken. Men is er steeds van overtuigd geweest, dat de diensten noodzakelijk zijn van een in deze gespecialiseerde industrie. Deze industrie heeft er steeds naar gestreefd om zijn producten te verbeteren, ten einde aan de behoefte te voldoen van een steeds vooruitgaande professie. In meerdere gevallen hebben deze fabrikanten zelfs te veel willen toe geven aan de wensen van een tandarts en hebben dan later moeten ervaren, dat de behoefte van één individu niet kan worden beschouwd als hetgeen de professie in zijn geheel nodig heeft.

Tegenover de op de tandarts gerichte aandacht en de pogingen, ingegeven door verkoop- en reclametechniek om hem te beïnvloeden, was het voor de tandarts moeilijk om tot de juiste keuze te komen tussen de vele merken, die zich aan zijn oordeel opdrongen. Hij deed de ontdekking op, dat het niet vertrouwd was aan te nemen, dat het „nieuwste” synoniem zou zijn met het „beste”. Verlangend om aan zijn patiënten alle voordelen te geven van de ontwikkeling der tandheelkundige wetenschap en der tandheelkunst, voelde de tandarts zich tegenover de moeilijke vraag gesteld, welk merk van een materiaal hij moest kopen. Indien een merk zich bij hem aandiende om eens geprobeerd te worden, rees bij hem de verdenking, dat het betreffende product nog in een experimenteel stadium zou verkeren en nog niet klinisch uitgeprobeerd zou zijn. Ook deed de tandarts de ervaring op, dat het duurste product niet altijd het beste materiaal bleek te zijn.

Het tot stand komen van de methode, waardoor de tandartsen thans in staat zijn producten te kopen, waarvan gegarandeerd kan worden, dat zij voldoen aan een standaard betreffende hun kwaliteit, is een interessante ontwikkeling inzake de samenwerking met de American Dental Association en een kort overzicht van de feiten, die tot deze ontwikkeling hebben bijgedragen, moet van nut zijn.

In 1928 liet de American Dental Association 26 amalgaam merken onderzoeken of deze voldeden aan de betreffende specificatie. Zes voldeden daaraan. In 1929 liet men 44 amalgaammerken onderzoeken (waaronder ook die, welke in 1928 onderzocht waren). Achttien voldeden aan de specificatie. Alhoewel dit reeds een verbetering tegenover de gemiddelde kwaliteit van 1928 betekende, bewees dit toch ook, dat in het jaar 1929 minder dan de helft van de amalgaammerken, die verkocht werden, aan de eisen van de specificatie voldeden.

Bij de hier vermelde gang van zaken moest echter meer dan 50% van de tijd, nodig voor deze onderzoeken besteed worden aan het onderzoeken van slechte producten. Bovendien zou het researchwerk, op deze wijze georganiseerd, feitelijk het in toenemende mate geven

van een kosteloze service aan onverschillige fabrikanten van amalgaam gaan betekenen. Noch het Bureau of Standards noch de Research Commissie van de American Dental Association oordeelde het verantwoord dit researchwerk te laten ontaarden in een algemeen onderzoek zonder onderscheid. Er was in feite bovendien het gevaar, dat onverdiend en dus oneerlijk een voordeel gegeven zou kunnen worden aan een of meer producten, waarvan één enkel monster bij toeval aan de gestelde eisen zou voldoen en dat dan als gevolg daarvan dit product op de lijst van de goedgekeurde materialen geplaatst moest worden.

De Research Commissie en het Bureau ontwierpen daarom een meer beperkte procedure, welke de juiste oplossing van het probleem veel beter bleek te benaderen. Bij deze procedure is de Research Commissie en het Bureau ontslagen van de verantwoordelijkheid om alle merken van de verschillende tandheelkundige materialen aan te schaffen en te onderzoeken. Een product wordt thans eerst onderzocht, wanneer een fabrikant kan aantonen, dat hij zijn product zelf ook onderzocht heeft en dat daarbij vastgesteld is, dat het aan de specificatie voldoet en dat deze onderzoeken steeds zullen worden voortgezet bij de verdere productie. Een beschrijving van de bij het onderzoek gebruikte apparatuur, de naam van de onderzoeker en copieën van de gevonden waarden worden gevraagd, alvorens er toe wordt overgegaan op de vrije markt ergens een monster van het product te kopen, dat dan onderzocht wordt. (Deze procedure betreft alle goedgekeurde materialen). Alhoewel deze gang van zaken de totale hoeveelheid van het onderzoekwerk niet heeft verminderd, heeft het wel de hoeveelheid tijd verminderd, die besteed moest worden aan het onderzoek van slechte materialen. De tussen de jaren 1938 en 1941 uitgevoerde onderzoeken omvatten o.a. 79 amalgaammerken. Daarvan voldeden 64 aan de specificatie. Dus 81% van het onderzoek werd besteed aan materialen, die door hun fabrikanten op de juiste wijze waren verzorgd. De namen van deze als voldoende gewaarmerkte amalgaammerken werden op de lijst geplaatst van de goedgekeurde materialen, die door de American Dental Association gepubliceerd wordt.

De lijst van goedgekeurde materialen, die periodiek door de Research Commissie van de American Dental Association wordt uitgegeven is van direct en waardevol nut voor de gebruikers van tandheelkundige materialen. De tandarts kan zijn materiaal uit deze lijst van goedgekeurde merken kiezen en is dan verzekerd, dat hij een preparaat van goede kwaliteit aanschafft. De patiënt is verzekerd, dat geen ondeugdelijk materiaal bij hem gebruikt zal worden.

De fabrikant van goede producten bevindt zich in een bevoorrechte positie als zijn artikel op de lijst van goedgekeurde materialen geplaatst is. Producten worden niet op deze lijst geplaatst, als zij niet aan de eisen voldoen en geen zekerheid is verkregen, dat zij daaraan zullen blijven voldoen.

Deze lijsten omvatten alle materialen, waarvoor specificaties zijn opgesteld. Het onderzoek en het plaatsen op de lijst brengen geen

kosten voor de fabrikant mede. De procedure is niet gecompliceerd. Het benadeelt een fabrikant van een materiaal, dat niet aan de eisen voldoet in zoverre niet blijvend, aangezien de namen van de merken, die niet aan de specificaties voldoen, niet vermeld worden. Het niet meer voldoen aan de specificatie snijdt voor de fabrikant ook de weg niet af om zijn product wederom op de lijst te zien geplaatst, zodra hij de fout van zijn product weer hersteld heeft.

Dit onderzoekwerk heeft grote waarden en diende ten voordele van een beroep en het publiek te worden toegepast op alle markten van materialen, waaraan hoge eisen gesteld moeten worden.

Aldus de beide schrijvers Wilmer Souder en George Pfaffenberger, researchmedewerkers van de A.D.A. bij het Bureau of Standards, over de lijst van de goedgekeurde materialen.

Hieromtrent zij verder nog vermeld, dat alleen in Amerika geproduceerde materialen op deze lijst kunnen worden opgenomen en wel omdat de Research Commissie de mogelijkheid wil hebben om eventueel zich ter plaatse een oordeel te vormen of de productie van een materiaal met voldoende zorgzaamheid geschiedt.

De waarde van het Amerikaanse materiaal-onderzoek voor de tandheelkunde over de gehele wereld is zonder meer duidelijk. Fabrikanten buiten Amerika ziet men bij de aanprijzing van hun producten er steeds meer naar verwijzen, dat deze aan de Amerikaanse specificaties zouden voldoen. Alhoewel er buiten Amerika geen controle op deze bewerkingen mogelijk is, dan blijft toch het grote nut, dat de fabrikanten weten aan welke eisen hun producten moeten voldoen en hoe zij die daaraan kunnen toetsen.

Hozeer het pionierswerk, dat in deze in Amerika is verricht de algemene aandacht trekt en bevorderend werkt op de ontwikkeling van ons weten omtrent de materialen, blijkt o.a. uit publicaties buiten Amerika, waarin onderzoekers, veelal in dienst van fabrieken, hun bevindingen omtrent de door het Bureau of Standards uitgewerkte onderzoekingsmethoden geven. Men vindt daarin soms critiek op de geformuleerde eisen en op de vastgestelde onderzoekingsmethode. Niet altijd is deze critiek geheel zonder grond. Deze eisen en onderzoekingsmethoden zijn dan ook niet voor de eeuwigheid vastgelegd en inderdaad zijn enkele specificaties reeds aan een wijziging onderhevig geweest.

Tenslotte zij nog opgemerkt, dat de geformuleerde eisen minimum eisen zijn en dat meerdere gerenommeerde merken van bepaalde materialen wat hun eigenschappen betreft ver boven deze eisen uitgaan.

Zoals reeds opgemerkt, zullen om de daarbij vermelde redenen voor de behandeling van het zinkphosphaatcement en silicaatcement de onderzoekers van het Bureau of Standards in casu Souder en Pfaffenberger aan het woord gelaten worden.

Dat hiervoor een bewerking in het Nederlands gegeven zal worden van hun verhandeling over deze cementsoorten, welke te vinden is in

de voormelde Circular C.433 „Physical Properties of Dental Materials”, geeft aanleiding tot de volgende opmerking.

Het is vooral voor studenten noodzakelijk, dat zij zich reeds in hun studietijd bekwamen en oefenen in het lezen en begrijpen van de buitenlandse vakliteratuur. Om dit te bereiken, ligt het voor de hand om hen te noodzaken zich de leerstof eigen te maken uit buitenlandse, vooral Engelse, leerboeken. Bij de uit de aard der zaak nogal chemisch en fysisch georiënteerde stof van de materiaalkennis doet zich daarbij evenwel een probleem voor.

Voor iemand, die niet chemisch en fysisch georiënteerd is, stuit het lezen van dergelijke verhandelingen in een vreemde taal op extra moeilijkheden. Van tandheerkundige — en dus niet-chemische- of fysische — studenten te eisen, dat zij zich in hun reeds zo zeer door een overmaat van practica bezette studietijd ook vertrouwd hebben te maken met de terminologie in vreemde talen van een vak, dat buiten hun speciale vakgebied ligt, kan men gevoeglijk het toepassen van een middel noemen, dat erger dan de kwaal zou zijn, hoe theoretisch juist het middel ook genoemd kan worden. De extra moeite, die hier van de student geëist zou moeten worden, zou slechts tot gevolg hebben, dat daardoor het opnemen van voldoende leerstof ernstig in het gedrang zou komen.

Teneinde een indruk te geven van de wijze, waarop specificaties in het algemeen zijn opgesteld en van hetgeen zij omvatten, volgt hieronder in extenso de specificatie no. 9 betreffende het silicaatcement. In hoofdstuk XII, dat het silicaatcement behandelt, zal commentaar op deze specificatie gegeven worden.

American Dental Association Specificatie no. 9
voor tandheerkundig Silicaatcement
(ingaaude 1 Juli 1938)

A. Algemene omschrijving

De specificatie betreft tandheerkundig cement, dat voornamelijk wordt gebruikt voor restauraties van fronttanden.

B. Types

Slechts één type van deze cementsoort wordt hier omschreven.

C. Materiaal

1. Het cement moet bestaan uit een poeder en een vloeistof, die, als zij op de in de tandheerkunde gebruikelijke wijze worden gemengd, hard worden of verstijven en een redelijke vulling kunnen opleveren.
2. Het poeder en de vloeistof moeten gelijkmatig van samenstelling zijn en vrij zijn van vreemde giftige stoffen.
3. De kleuren van het verharde cement moeten ten behoeve van de koper worden aangegeven.

D. Algemene eisen

1. De vloeistof moet vrij zijn van vlokken, neerslagen, afzetsels, of bezinksels.
2. De cementen moeten als zij op de juiste wijze worden aangemaakt:
 - a. niet klonterig of zanderig worden
 - b. geen gasontwikkeling geven
 - c. de tandweefsels niet verkleuren.

E. Bijzondere eisen

1. Verhardingstijd — De verhardingstijd mag niet minder dan drie en niet meer dan acht minuten zijn.
2. Drukvastheid — De drukvastheid moet meer dan 1260 kg per cm² bedragen (d.i. ongeveer 18.000 lbs/square inch), vastgesteld bij proefmonsters zeven dagen na het aanmaken.
3. Doorzichtigheid — De doorzichtigheid aangegeven als doorzichtigheidsverhouding $C_{0.70}$ mag niet minder dan 0.35 en niet meer dan 0.55 zijn. De doorzichtigheidsverhouding ($C_{0.70}$) is de verhouding tussen de schijnbare daglicht-reflexie van het cementmonster (dikte 1 mm) als dit geplaatst is tegen een zwarte achtergrond en de schijnbare daglichtreflectie, wanneer het proefmonster geplaatst is tegen een witte achtergrond, welke een schijnbare daglichtreflectie heeft, die 70% is van die van magnesiumoxyde (MgO).
4. Oplosbaarheid en desintegreren — De oplosbaarheid en het desintegreren van het cement moet minder zijn dan 2.0 gewichtsprocenten als het cement gedurende zeven dagen in gedestilleerd water van 38° wordt bewaard.
5. Arsenicumgehalte — Het gehalte aan in water oplosbaar arsenicum mag niet groter zijn dan één op 500.000 delen (0.0002 gewichtsprocent).

F. Methoden van onderzoek en uitvoering van de proeven

1. Vervaardiging van proefmonsters — De vervaardiging van de proefmonsters moet uitgevoerd worden bij een temperatuur liggende tussen 18 en 24° C en bij een relatieve vochtigheidsgraad tussen 55 en 75%. De poeder-vloeistofverhouding moet bepaald worden door de consistentieproef. De bij de vervaardiging van de proefmonsters gevolgde aanmaaktechniek moet in overeenstemming zijn met het voorschrift, dat bij de cementverpakking is ingesloten, behalve dat de temperatuur en de vochtigheidsgraad binnen de hierboven aangegeven grenzen mogen variëren. Alle apparaten en instrumenten, die bij het aanmaken gebruikt worden, moeten schoon, droog en vrij zijn van deeltjes verhard cement.
2. De consistentieproef — Een voorbeeld van de apparatuur nodig voor de uitvoering van de consistentieproef wordt in bijgaande tekening

gegeven (fig. 81). Dit apparaat bestaat uit twee vlakke glazen platen, een gewicht en een glazen buis (inwendige diameter ongeveer 10 mm), waarmede 0.5 cc aangemaakt cement kan worden afgemeten. Het gezamenlijke gewicht van de bovenste glazen plaat en het gewicht moet 2.500 g zijn.

Proefhoeveelheden poeder moeten met 0.4 cc vloeistof worden aangemaakt. Vervolgens worden 0.5 cc van het aangemaakte maar nog niet verharde cement met behulp van de glasbuis afgemeten en op de glazen plaat gebracht. Twee minuten nadat met het aanmaken is begonnen wordt de andere glazen plaat, ongeveer 20 g wegende, en het daarbij behorende gewicht voorzichtig op het nog

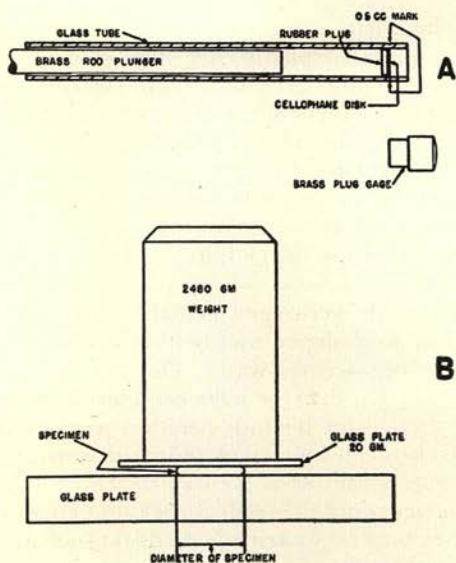


Fig. 81

zachte cement geplaatst. Men moet door herhaling van de proef vaststellen hoeveel gram poeder er bij 0.4 cc vloeistof moet worden bijgemengd, zodat het door het uitdrukken tussen de beide glasplaten verkregen cementschijfje een diameter van $25 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ heeft en wel tien minuten nadat met het aanmaken begonnen is. Het gemiddelde van drie van dergelijke bepalingen is aan te merken als de hoeveelheid poeder (aan te maken met 0.4 cc vloeistof), die nodig is om een aanmaakmengsel van standaardconsistentie te verkrijgen.

G. Verhardingstijd

1. Een ring, hoog 5 mm en 10 mm in doorsnede wordt geplaatst op een vlakke glazen plaat en gevuld met cement van standaardconsistentie. Twee minuten na het aanmaken van het mengsel wordt het

proefmonster geplaatst in een atmosfeer met een relatieve vochtigheidsgraad van 100% en een temperatuur van 37° C. Een standaard Gillmore naald, wegende 454 g (1 Eng. pond) en een diameter van 1.06 mm (0.0417 inch) laat men langzaam vertikaal op het cementmonster zakken tot de naald het oppervlak raakt. Dit wordt telkens met korte tussenpozen herhaald. De verhardingstijd is het aantal minuten, dat verloopt vanaf het moment, waarop men met het aanmaken is begonnen en het ogenblik, waarop de naald geen waarneembare indruk meer op het oppervlak maakt. De gevonden verhardingstijd wordt tot hele minuten afgerond.

H. Druksterkte

1. Een cilindrische vorm, hoog 12 mm en 6 mm in diameter wordt op een vlakke plaat geplaatst en met cement van standaardconsistentie een weinig overvuld. Een tweede vlakke glasplaat wordt vervolgens op de gevulde vorm gedrukt. De vormen moeten gemaakt zijn van eboniet, glas of een ander materiaal, dat niet met het cement reageert. Drie minuten na het begin van aanmaken van het mengsel worden de gevulde vormen overgebracht in een atmosfeer van 100% relatieve vochtigheid en 37° C. Een uur daarna worden de proefmonsters in gedestilleerd water van kamertemperatuur geplaatst.
2. De uiteinden van de verkregen cementcilinders worden vlak en loodrecht op hun as geslepen met behulp van carborundumpoeder (200 mazen) en een weinig water. De met de proefmonsters gevulde vormen worden daartoe over een glasplaat, waarop zich het slijpmiddel en het water bevindt heen en weer gewreven, waarbij zij na enige streken een kwartslag gedraaid worden. De proefmonsters moeten gedurende het slijpen en daarna tot zij aan de drukproef onderworpen worden steeds nat gehouden worden. De drukstempel van het toestel, waarmee de drukproef wordt uitgevoerd, moet met een snelheid van 0.25 mm per minuut naar beneden bewegen worden.
3. Als waarde van de drukvastheid wordt genomen het gemiddelde van de gevonden waarden van drie of meer proefmonsters uit een totaal van 5 onderzochte monsters afgerond op 10 kg per cm². Als de waarde van een afzonderlijk proefmonster 15% beneden het gemiddelde ligt, dan wordt dit niet in de berekening betrokken en het gemiddelde van de resterende proefmonsters vermeld. Voor het geval, dat meer dan twee proefmonsters aldus buiten beschouwing zouden moeten blijven, moet de proef worden herhaald.

I. Doorzichtigheid

1. Een toereikende hoeveelheid cement van standaardconsistentie wordt tussen twee glasplaten uitgeperst tot een cementschijfje van ongeveer 3 cm (1.2 inch) diameter en met een dikte van 1 mm \pm 0.025 mm (0.039 \pm 0.001 inch). Drie minuten na het begin van

aanmaken moeten de glasplaten met het cement er tussen gebracht worden in een atmosfeer van 100% relatieve vochtigheid bij een temperatuur van 37° en gedurende één uur in die atmosfeer verblijven. Vervolgens worden de proefschijfjes tussen de platen verwijderd en gedurende een week in gedestilleerd water van 37° bewaard.

2. De vergelijking van de lichtdoorlating van de proefschijfjes cement met twee standaard opaalglazen met $C_{0,70}$ waarde van resp. 0.35 en 0.55 geschiedt door de proefschijfjes en de standaardglazen afwisselend tegen een zwarte en een witte achtergrond te plaatsen. Gedurende de waarnemingen moeten zowel de proefschijfjes als de standaardglazen overdekt zijn met een laagje gedestilleerd water, terwijl bovendien in de ruimten tussen deze en de witte of zwarte achtergrond zich gedestilleerd water moet bevinden. De fout bij de bepaling van de doorzichtigheid ($C_{0,70}$) van het cement en van de standaardglazen mag niet boven ± 0.02 liggen. Als de doorzichtigheid van het cement gelegen is tussen die van de beide standaardglazen dan voldoet het cement aan de eisen.

f. Oplosbaarheid en het desintegreren

1. Het desintegreren van een cement in water, is tesamen met het uittrekken van oplosbare bestanddelen uit het cement door het water een maatstaf voor de erosie.
2. Een halve cc aangemaakt cement van standaardconsistentie moet tussen twee vlakke glazen platen uitgedrukt worden tot een schijfje met een diameter van 20 mm (0.79 inch). Een dunne platinadraad wordt in het nog zachte cement aangebracht teneinde het proefmonster te kunnen hanteren. Drie minuten na het begin van aanmaken worden de schijfjes in een atmosfeer met een relatieve vochtigheid van 100% en een temperatuur van 37° C gebracht en aldaar gedurende een uur bewaard.
3. Na dit uur worden twee proefschijfjes in een getarreerd weegflesje gewogen. Het gezamenlijke gewicht van de twee proefschijfjes en het weegflesje, verminderd met het gewicht van het weegflesje en met het gewicht van de beide platina draden, vormen het gewicht van de hoeveelheid te onderzoeken cement. De proefmonsters moeten onmiddellijk onder water worden gebracht door de weegflesjes van 50 cc water te voorzien; aldus worden ze gedurende zeven dagen op een temperatuur van 37° bewaard. Daarna worden de proefmonsters uit de weegflesjes genomen waarbij zich geen kristallen of andere afzetsels op het oppervlak van de cementdeeltjes mogen bevinden. De weegflesjes worden bij een temperatuur beneden 100° C drooggedampt en het residu bij 140° tot constant blijvend gewicht gedroogd. Hierna worden zij gewogen en het verschil met hun oorspronkelijke gewicht is de hoeveelheid van het in water opgeloste en gedesintegreerde cement. Deze hoeveelheid gedeeld door het oorspronkelijke gewicht van de proefschijfjes en vermenigvuldigd met 100 is het percentage van de hoeveelheid opgelost en gedesintegreerd cement. Het gemiddelde van een duploproef (twee

weegflesjes ieder met twee cementschijfjes) moet afgerond worden op tiende delen van één procent.

K. Gehalte aan arsenicum

1. Een gram gepoederd cement, dat door de standaardzeef no. 200 gaat, wordt met 100 cc gedestilleerd water op een stoombad gedurende een uur uitgetrokken. Het filtraat hiervan wordt gebruikt om het arsenicumgehalte te bepalen.
2. De arseenbepaling geschiedt volgens het voorschrift van de Am. Chem. Soc. voor het onderzoek van phosphorzuur op arsenicum (Indus. & Eng. Chem. 19, 1369, December 1927). Voor een gedetailleerde beschrijving van deze methode wordt verwezen naar Hillebrand en Lundell: Applied Inorganic Analysis. New York: John Wiley & Sons, 1929, p. 217.

L. Verpakking

1. Het cementpoeder en de vloeistof moeten afgeleverd worden in goed afgesloten glazen flesjes. Het netto gewicht aan poeder moet op het flesje worden aangegeven. De bijgeleverde hoeveelheid vloeistof moet 20% meer zijn dan nodig is om al het poeder met standaardconsistentie aan te maken.
2. Een doelmatig en duidelijk omschreven gebruiksaanwijzing moet bij iedere cementverpakking zijn ingesloten. Daarin moet de temperatuur van de glazen plaat, waarop wordt aangemaakt en de verhouding poeder — vloeistof, de wijze, waarop het poeder bij de vloeistof wordt gedaan en de aanmaaktijd worden vermeld.
3. Iedere cementverpakking moet van een serienummer zijn voorzien of van een combinatie van letters en cijfers, die overeenkomen met de door de fabrikant bewaarde gegevens omtrent de afzonderlijke cementverpakkingen.
4. De datum van de fabricatie (jaar en maand) moet op iedere verpakking vermeld staan, hetzij afzonderlijk dan wel opgenomen als een deel van het serienummer.

Samenvatting van de eisen van A.D.A. specificatie no. 9 voor tandheelkundig silicaatcement (1 Juli 1938)

| Consistentie van het aange- maakte cement | Verhar- dingstijd bij 37° | | Druksterkte | Doorzich- tigheid | | Oplos- baar- heid en het des- inte- greren | Arsenicum- gehalte |
|---|---------------------------------|------|---|----------------------|------|---|---|
| | min. | max. | min. | min. | max. | max. | max. |
| schijf 25 ± 1 mm in dia- meter | 3 | 8 | na 7 dagen | C0.70 | | na 7 dagen | 0.0002 gew% (1 dl. op 500.000 dln.) |
| | | | 1.260 kg/cm ² ¹⁾ 18.000 lb/inch ² | 0.35 | 0.55 | 2.0 ²⁾ gew.% | |

¹⁾ Bij de revisie van 1 Juli 1950 gewijzigd in 1620 kg/cm² 23.000 lb/in².

²⁾ Bij de revisie van 1 Juli 1950 gewijzigd in 1.4 gew.%.
894

De in het bovenstaande weergegeven specificatie no. 9 voor silicaatcement werd 1 Juli 1938 van kracht. In 1950 werd deze herzien, hetgeen noodzakelijk was, aangezien de silicaatcementen sinds 1938 wat hun eigenschappen betreft, dusdanig waren verbeterd, dat het wenselijk was gebleken om enige eisen scherper te stellen. Bovendien werden, steunende op de ervaring met de voorgeschreven onderzoekingsmethoden, de voorschriften daarvoor op enkele punten wat nader omschreven. Aangezien bij de nog in Hoofdstuk XII volgende bespreking van silicaatcement veelal verwezen wordt naar de specificatie van 1 Juli 1938 werd deze hier overgenomen en niet de herziene specificatie, die daarvan principieel niet verschilt.